

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodami modelowania układów dynamicznych z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych (SN). Do aproksymacji funkcji nieliniowych modelowanego obiektu należy zastosować funkcje sigmoidalne.

Wstęp teoretyczny

Dynamiczne równanie ruchu układu ma postać:

$$M(y)\ddot{y} + C(\dot{y}, y)\dot{y} + G(y) = u$$

gdzie $M(\cdot)$, $C(\cdot)$ oraz $G(\cdot)$ to nieznane macierze, u jest wektorem sterowań.

Dynamiczne równanie ruchu w przestrzeni stanu będzie miało postać:

$$\dot{x} = f(x, u), \quad x(0) = x_0,$$

gdzie x jest wektorem stanu a $f(\cdot)$ wektorem nieznanych funkcji. Funkcje znajdujące się w wektorze $f(\cdot)$ należy aproksymować siecią neuronową. Dodając i odejmując wektor Ax powyższe równanie przekształcimy do postaci:

$$\dot{x} = Ax + G(x, u)$$

gdzie $G(x, u) = f(x, u) - Ax$ i A jest macierzą Hurwitz'a.

Zadania do wykonania

Wyznaczyć neuronowy identyfikator oraz przeprowadzić badania symulacyjne dla wymuszenia $u(t)=1(t)$. Zbudować model emulatora z zastosowaniem SN RVFL, dla obiektu dynamicznego opisanego równaniem:

$$g) \quad b_2 \ddot{y} + b_1 \dot{y}^2 + \sin(b_0 \dot{y}) = u$$

dla współczynników b_2, b_1, b_0 , których wartości podano w tabeli. Przykład opisu obiektu dynamicznego należy dobrać zgodnie z nr zespołu.

nr zespołu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
b_2	2	1	1	3	2	1	2.5	2
b_1	0	2	3	0	4	3	3.5	4
b_0	1	3	0	2	1	2	5	1

nr zespołu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
m=l _{neur}	6	7	5	8	9	10	12	6

Podstawiając wartości do wzoru otrzymujemy:

$$2.5\ddot{y} + 3.5\dot{y}^2 + \sin(5\dot{y}) = u$$

$$x_1 = y$$

$$x_2 = \dot{y}$$

Zapisując równanie w przestrzeni stanu otrzymamy:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ -1.4x_2^2 - 0.4 \sin(5x_2) + 0.4u \end{bmatrix}$$

Dodając i odejmując wektor Ax otrzymamy:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_2 - a_1x_1 \\ -1.4x_2^2 - 0.4 \sin(5x_2) - a_2x_2 + 0.4u \end{bmatrix}$$

Do aproksymacji nieliniowej funkcji:

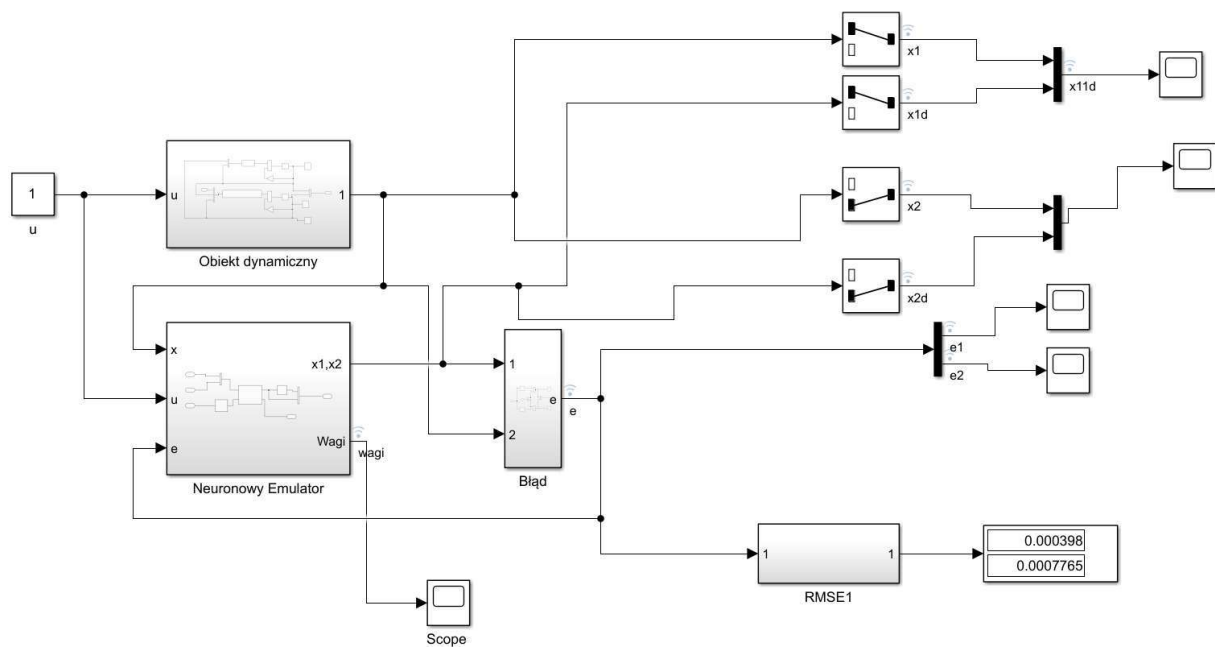
$$G(x, u) = \begin{bmatrix} x_2 - a_1x_1 \\ -1.4x_2^2 - 0.4 \sin(5x_2) - a_2x_2 + 0.4u \end{bmatrix}$$

oraz sieć neuronową opisaną zależnością:

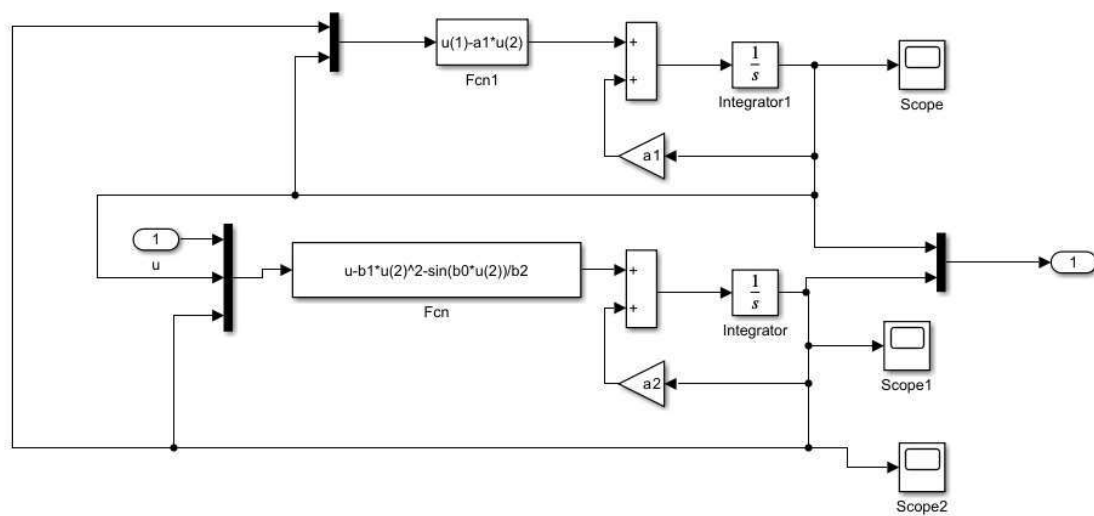
$$y = W^T \varphi(\bar{x})$$

Struktura emulatora ma postać:

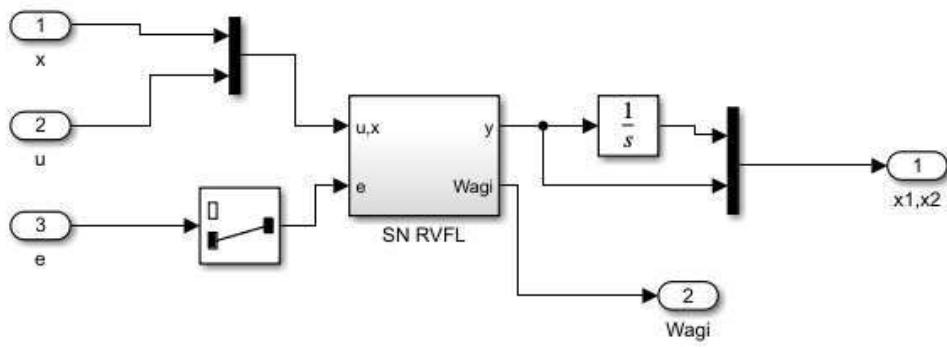
$$\begin{bmatrix} \widehat{\dot{x}}_1 \\ \widehat{\dot{x}}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{x}_1 \\ \widehat{x}_2 \end{bmatrix} + \widehat{W}^T \varphi(x, u)$$



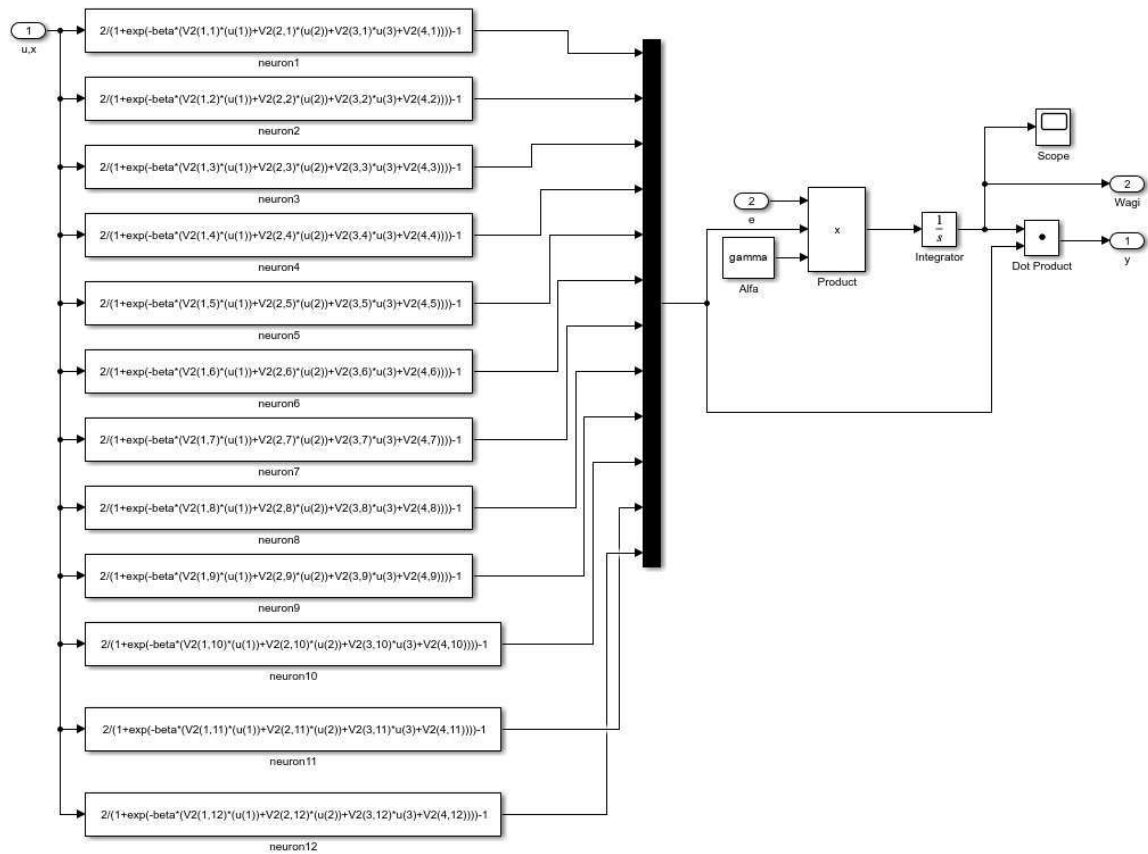
Rys. 1 Model główny w Simulink



Rys. 2 Model obiektu dynamicznego



Rys. 3 Model emulatora



Rys. 4 Model SN RVFL